

## **A relação entre parâmetros fisiológicos, desempenho desportivo e possibilidade de despiste de patologias através de testes realizados durante o nado**

Espada, M.<sup>1,2</sup> e Alves, F.<sup>1</sup>

1 - CIPER. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa.

2 - Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal.

### **Resumo**

O objetivo do estudo foi compreender a resposta fisiológica de nadadores imediatamente abaixo e acima da velocidade no estado estacionário máximo de lactato (vEEML) e observar a relação de parâmetros da cinética do consumo oxigénio ( $\dot{V}O_2$ ) com o desempenho na natação. Nadadores de competição (N = 12) completaram 400 m e 800 m máximos para caracterização do desempenho e determinação da velocidade aeróbia máxima (VAM). Um teste progressivo e a determinação direta do EEML tiveram lugar em diferentes dias assim como transições de 500 m para determinação da cinética do  $\dot{V}O_2$ . Verificou-se que a vEEML representa o limite de estabilidade de variáveis fisiológicas e delimita a intensidade de exercício relativamente ao surgir de desequilíbrios e caminho para o acumular de fadiga e exaustão. A cinética do  $\dot{V}O_2$  da fase primária revelou-se associada com o desempenho, podendo igualmente constituir-se como uma ferramenta útil no despiste de patologias detectáveis durante o exercício quer em indivíduos regularmente treinados, quer em indivíduos que treinam de forma recreativa.

**Palavras-chave:** Desporto; Desempenho; Natação; Consumo de Oxigénio

### **Introdução**

A sociedade moderna depara-se com uma crescente preocupação concernente à atividade física e desporto, situação relacionada com diversos fatores, onde se destacam: a) o enorme peso da indústria da atividade física e desporto a nível mundial; b) a constante evolução do desempenho desportivo nos maiores eventos mundiais e; c) a estreita e profícua relação da atividade física com a saúde, ao nível da prevenção, diagnóstico e tratamento das enfermidades que assolam o planeta.

O controlo fisiológico do processo de treino recreativo ou competitivo representa um importante papel na perspetiva do diagnóstico metabólico e motor dos indivíduos/atletas e previsão e expectativa de desempenho, bem como na avaliação dos benefícios do processo de treino e compreensão do mesmo. A adaptação do consumo de oxigénio ( $\dot{V}O_2$ ) após o início do

exercício em diferentes intensidades pode ter impacto sobre o metabolismo muscular e influenciar o desempenho do exercício (Jones e Burnley, 2009).

É reconhecido que a velocidade da cinética do  $\dot{V}O_2$  é reduzida em doentes afetados por patologias tais como doença pulmonar obstrutiva crónica, insuficiência cardíaca congestiva, as doenças vasculares periféricas e a diabetes tipo II (Poole e Jones 2005). A possibilidade de determinação de protocolos não-invasivos, de curta duração, associados a instrumentos e procedimentos que permitam o aprofundar do conhecimento acerca do corpo humano afigura-se como uma necessidade premente no apoio à saúde e ao desempenho desportivo.

O estado estacionário máximo de lactato (EEML) corresponde à maior intensidade ou velocidade de exercício que pode ser mantida ao longo do tempo, sem uma contínua acumulação de concentração de lactato no sangue  $[La^-]$  (Billat *et al.*, 2003). É definido como a mais alta intensidade constante de exercício que pode ser mantida enquanto decorre o equilíbrio entre os processos de acumulação e eliminação da  $[La^-]$  (Jones e Carter, 2000), e foi descrito como a intensidade de exercício relacionada com o limite do domínio da intensidade pesada (Pringle e Jones, 2002).

A cinética do  $\dot{V}O_2$  proporciona informação relacionada com a eficiência e condicionalismo de vários sistemas integrados e as variáveis reveladas pela modelação da resposta da cinética do  $\dot{V}O_2$  têm sido evidenciadas como importantes para o desempenho físico durante exercícios de alta intensidade (Ingham *et al.*, 2007; Reis *et al.*, 2010, 2012a). Também a determinação dos limiares ventilatórios (LV) é importante para a prescrição e controlo do treino.

Os nossos objetivos no estudo foram: 1) compreender a resposta fisiológica de nadadores imediatamente abaixo e acima da vEEML e, 2) observar a relação de parâmetros da cinética do  $\dot{V}O_2$  com o desempenho na natação.

## Metodologia

Doze nadadores competitivos voluntariaram-se para o estudo (quadro 1). Os indivíduos treinavam regularmente, pelo menos, desde há oito anos e participavam com regularidade em competições nacionais e internacionais.

Quadro 1. Dados antropométricos dos indivíduos

<i>N</i> = 12	Idade	Altura	Peso corporal	Massa gorda
	(anos)	(cm)	(kg)	(%)
	16.3 ± 3.2	175.2 ± 9.1	65.4 ± 8.9	9.9 ± 1.5

O  $\dot{V}O_2$  foi recolhido durante todos os testes realizados com um sistema de telemetria (*Cosmed K4b<sup>2</sup>, Rome, Italy*), acoplado ao sistema de válvula e tubagem *Aquatrainer<sup>®</sup>* para a coleta dos gases expirados em situação de nado.

Todos os nadadores realizaram em treino 400 e 800 m máximos na técnica de nado crol ( $T_{400}$  e  $T_{800}$ ), em seguida completaram um teste incremental composto por 5 x 250 e 1 x 200 m. No final de cada patamar decorreu uma pausa passiva de 30-45-seg, o primeiro teve início a 75% da velocidade aeróbia máxima (VAM) (determinada como velocidade de nado -VN - média dos 400 m máximos) e os subsequentes um aumento de 5%, a última repetição (200 m) foi máxima. O teste foi realizado até a exaustão voluntária para determinação do consumo máximo de oxigénio ( $\dot{V}O_{2max}$ ). A  $v\dot{V}O_{2max}$  foi assumida como a velocidade mínima à qual o  $\dot{V}O_{2max}$  foi alcançado, e foi sempre atingida na última repetição do teste incremental.

$LV_1$  e  $LV_2$  foram determinados visualmente utilizando parcelas de  $V_E/VCO_2$ ,  $V_E/\dot{V}O_2$ , expiração final  $PCO_2$  ( $PET_{CO_2}$ ) e expiração final  $PO_2$  ( $PET_{O_2}$ ). Foram, respetivamente, um aumento não-linear nas curvas de  $V_E/\dot{V}O_2$  e  $PET_{O_2}$  sem uma alteração correspondente na  $V_E/VCO_2$  e curvas  $PET_{CO_2}$  e um aumento tanto  $V_E/\dot{V}O_2$  como  $V_E/VCO_2$  e uma diminuição na  $PET_{CO_2}$  (Whipp *et al.*, 1989). Os pontos de localização do  $LV_1$  e  $LV_2$  foram estimados por dois observadores independentes e a velocidade no  $LV_1$  e  $LV_2$  ( $vLV_1$  e  $vLV_2$ ) foi determinada.

#### Estado Estacionário Máximo de Lactato

Os nadadores realizaram, de forma aleatória e em diferentes dias, 30-min a VN constante a 87.5, 90 e 92.5% da VAM. Foi adotado o procedimento indicado por Beneke (2003), um aumento de  $[La^-]$  não superior a  $1.0 \text{ mmol.L}^{-1}$  após o minuto 10 do teste. A  $vEEML$  representou a VN associada ao EEML.

#### Cinética do $\dot{V}O_2$

Os nadadores realizaram, em dias subsequentes, quatro repetições de 500 m a velocidade de nado (VN) constante a 97.5% e 102.5% da  $vEEML$ . O  $\dot{V}O_2$  foi estimado com base nos valores médios dos últimos 2-min de cada repetição. Em dias diferentes, duas repetições de 500 m foram realizadas para cada VN, separadas por uma hora de repouso passivo entre repetições. Burnley *et al.* (2006) indicaram que este período de repouso entre repetições assegura que o exercício realizado na intensidade anterior não influencia a cinética do  $\dot{V}O_2$  nos exercícios realizados em seguida.

A cinética do  $\dot{V}O_2$  foi modelada de acordo com a equação:

$$\dot{V}O_2(t) = \begin{cases} \dot{V}O_{2\text{base}} & \text{for } t < td_p \\ \dot{V}O_{2\text{base}} + A_p \left(1 - e^{-(t-td_p)/\tau_p}\right) & \text{for } td_p \leq t < td_{sc} \quad (\text{primary component}) \\ \dot{V}O_{2\text{base}} + A_p \left(1 - e^{-(td_{sc}-td_p)/\tau_p}\right) + A_{sc} \left(1 - e^{-(t-td_{sc})/\tau_{sc}}\right) & \text{for } t \geq td_{sc} \quad (\text{slow component}) \end{cases}$$

em que  $\dot{V}O_2(t)$  representa o  $\dot{V}O_2$  relativo num dado momento,  $\dot{V}O_{2\text{base}}$  representa o  $\dot{V}O_2$  de repouso (que por si só foi calculada como o valor médio de  $\dot{V}O_2$  dos primeiros 30-seg do último minuto antes do início do exercício),  $td_p$ ,  $\tau_p$ ,  $A_p$  representam o tempo de atraso, a constante temporal e a amplitude da fase primária e  $td_{sc}$ ,  $\tau_{sc}$ ,  $A_{sc}$ , representam os equivalentes parâmetros para a componente lenta [em inglês, *slow component (sc)* é traduzido como componente lenta (cl)].

Devido ao facto de o valor da assíntota da segunda função não necessariamente ser alcançado no final do exercício, a amplitude do  $\dot{V}O_2$  foi definida como  $A'_{sc} = A_{sc} \left(1 - e^{-(te-td_{sc})/\tau_{sc}}\right)$ , onde  $te$  foi o tempo no final do exercício (Borrani *et al.*, 2001). Os parâmetros da cinética do  $\dot{V}O_2$  foram calculados através de um processo iterativo, minimizando a soma da média dos quadrados das diferenças entre os valores mensurados e os valores modelados.

## Materiais

As  $[La^-]$  foram analisadas recorrendo a um dispositivo de lactato LT Pro (Arkray, Kyoto, Japão). A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi registada na escala de 1-10 valores (Borg, 1982).

O sistema utilizado para recolha de gases foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante, a turbina foi calibrada usando uma seringa de 3-L (Quinton Instruments, Wisconsin, EUA). Um marcador luminoso foi colocado no fundo da piscina (TAR. 1.1, GBK-Electronics, Aveiro, Portugal), com a intenção de dar apoio os nadadores no sentido de manterem a VN pré-determinada em todos os testes.

## Análise Estatística

O teste t foi utilizado para comparar os parâmetros de nado e variáveis. O coeficiente linear de Pearson foi usado para as correlações. A significância estatística foi aceite a  $p < 0.05$ . O software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS versão 20.0, Chicago, IL) foi utilizado para análise de dados.

## Resultados

Os valores médios e desvio padrão da VAM,  $v\dot{V}O_{2\text{max}}$ ,  $vLV_2$ ,  $vEEM$  e  $vLV_1$  constam no quadro 2.

Quadro 2. Valores médios e desvio padrão das velocidades de nado de diferentes conceitos

$N = 12$	VAM ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$v\dot{V}O_{2\text{max}}$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$vLV_2$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$vEEML$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$vLV_1$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )
	$1.45 \pm 0.04$	$1.45 \pm 0.04$	$1.31 \pm 0.08$	$1.30 \pm 0.04$	$1.20 \pm 0.05$

$LV_1$  ( $45.9 \pm 7.0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e  $LV_2$  ( $51.3 \pm 7.6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) foram significativamente diferentes relativamente ao  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  ( $58.04 \pm 7.0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). O  $\dot{V}O_2$  determinado no teste de nado como associado ao EEML ( $49.3 \pm 9.2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) não foi significativamente diferente em relação ao  $\dot{V}O_2$  no  $LV_2$  ( $p < 0.01$ ). Todos os nadadores conseguiram realizar os 30-min de nado a 90% da VAM dentro dos critérios estabelecidos para se assumir o EEML. Os valores médios do  $T_{400}$  e  $T_{800}$  foram, respetivamente, 270.50 e 560.83-seg (4:30.50 e 9:20.83).

$vEEML$  e  $vLV_2$  e também VAM e  $v\dot{V}O_{2\text{max}}$  não se revelaram significativamente diferentes ( $p < 0.01$ ). A relação percentual entre  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  ( $3.77 \pm 0.58 \text{ l/min}$ ) e o  $\dot{V}O_2$  associado aos LV e VN em redor da  $vEEML$  encontra-se expressa no quadro 3.

Quadro 3. Valores médios e desvio padrão do  $\dot{V}O_2$  associado a diferentes conceitos fisiológicos e em redor da  $vEEML$  e relação percentual comparativamente ao  $\dot{V}O_{2\text{max}}$

	$\dot{V}O_2$ (l/min)	$\dot{V}O_{2\text{max}}$ (%)
$LV_1$	$2.98 \pm 0.52$	79.0
$LV_2$	$3.34 \pm 0.60$	88.6
97.5 % $vEEML$	$3.06 \pm 0.45$	81.2
$vEEML$	$3.19 \pm 0.55$	84.6
102.5 % $vEEML$	$3.67 \pm 0.36$	97.3

O valor médio do EEML foi  $4.5 \pm 1.2 \text{ mmol.L}^{-1}$  (valores extremos de 3.2 e  $6.7 \text{ mmol.L}^{-1}$ ) e a média de PSE durante o teste na  $vEEML$  foi  $5.8 \pm 0.6$  (escala 0-10).

Quadro 4. Valores médios e desvio padrão de variáveis abaixo, acima e na  $vEEML$

	97.5% $vEEML$	$vEEML$	102.5% $vEEML$
VN ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$1.26 \pm 0.03$	$1.30 \pm 0.04$	$1.34 \pm 0.04$
$[La^-]$ final ( $\text{mmol.L}^{-1}$ )	$4.2 \pm 0.7^{18}$	$4.5 \pm 1.2^a$	$7.4 \pm 1.4$
PSE final	$4.6 \pm 1.0$	$5.8 \pm 0.6$	$7.6 \pm 1.0$

a) Os resultados destas variáveis não foram significativamente diferentes ( $p < 0.01$ ).

<sup>18</sup> Os resultados foram significativamente diferentes acima e abaixo da  $vEEML$  ( $p < 0.01$ ).

Os valores médios da PSE (1-10) revelaram-se crescentes em sintonia com o aumento da VN. Entre os doze sujeitos, dois revelaram componente lenta relevante ( $A'_{cl}$ ), a 97.5% da vEEML (média  $31.2 \pm 5.6 \text{ ml.min}^{-1}$ ) e sete a 102,5% da vEEML (média  $41.4 \pm 21.4 \text{ ml.min}^{-1}$ ). Os valores médios representaram, respetivamente, 1.0% e 1.1% do  $\dot{V}O_2$  no final do exercício.

Os parâmetros da cinética do  $\dot{V}O_2$  obtidos nas transições de 500 m realizadas 2.5% abaixo e acima da vEEML são descritos no quadro 5.

Quadro 5. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros da cinética do  $\dot{V}O_2$  nas transições do repouso para a 97.5% e 102.5% da vEEML

	97.5%	102.5%
	vEEML	vEEML
$A_p (\text{ml.min}^{-1})$	$2931.9 \pm 445.6$	$3152.9 \pm 406.2^a$
$A_p (\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1})$	$45.3 \pm 7.2$	$48.6 \pm 5.9^a$
$td_p (s)$	$10.6 \pm 3.8$	$11.0 \pm 3.2$
$\tau_p (s)$	$19.5 \pm 6.8$	$17.7 \pm 8.0$
$td_{cl} (s)$	$300.4 \pm 65.5$	$298.3 \pm 74.2$
ISD (s)	$3.4 \pm 1.4$	$2.9 \pm 1.1$
$\dot{V}O_2 \text{ basal } (\text{ml.min}^{-1})$	$481.5 \pm 124.7$	$486.6 \pm 127.0$
$\dot{V}O_2 \text{ no final do exercício } (\text{ml.min}^{-1})$	$3055.7 \pm 447.2$	$3666.8 \pm 371.7^{19}$
$\dot{V}O_2 \text{ no final do exercício } (\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1})$	$47.2 \pm 7.4$	$56.6 \pm 6.0^a$

Amplitude ( $A_p$ ), tempo de atraso da fase primária e da componente lenta ( $td_p$ ,  $td_{cl}$ ), constante temporal da fase primária ( $\tau_p$ ). ISD: *Individual snorkel delay*.  $\dot{V}O_2$  basal.  $\dot{V}O_2$  no final do exercício:  $\dot{V}O_2$  no final do exercício corrigido com base na massa corporal.

A VAM revelou-se inversamente correlacionada com a  $\tau_p$  na VN infra vEEML ( $r = -0.69$ ,  $p < 0.01$ ) e com a  $\tau_p$  na VN supra vEEML ( $r = -0.61$ ,  $p < 0.03$ ).

A vEEML revelou-se correlacionada com a  $\tau_p$  na VN infra vEEML ( $r = -0.67$ ,  $p < 0.02$ ) e com a  $\tau_p$  na VN supra vEEML ( $r = -0.59$ ,  $p < 0.04$ ). A  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  também se revelou inversamente correlacionada com a  $\tau_p$  a 102.5% da vEEML ( $r = -0.62$ ,  $p < 0.03$ ).

Relativamente ao desempenho na natação, o  $T_{400}$  revelou-se correlacionado com a  $\tau_p$  a 97.5% da vEEML ( $r = 0.64$ ,  $p < 0.03$ ). O  $T_{800}$  significativamente correlacionado com a  $\tau_p$  tanto a 97.5% como a 102.5% da vEEML (respetivamente  $r = 0.75$ ,  $p < 0.01$  e  $r = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ).

<sup>19</sup> Os resultados foram significativamente diferentes acima e abaixo da vEEML ( $p < 0.01$ ).

## Discussão

A principal descoberta do estudo foi observar que a cinética do  $\dot{V}O_2$  abaixo e acima da vEEML revela este parâmetro fisiológico como uma intensidade de exercício acima da qual as alterações qualitativas ao nível do metabolismo se tornam evidente. Também foi observado que a cinética do  $\dot{V}O_2$  da fase primária se encontra associada com o desempenho.

A  $\tau_p$  abaixo e acima da vEEML revelou-se positivamente correlacionada com o tempo necessário para completar tanto os 400 como os 800 m de nado máximo, revelando que indivíduos com uma menor  $\tau_p$  apresentam uma cinética do  $\dot{V}O_2$  mais rápida e, conseqüentemente, um menor déficit de  $O_2$ , fator potenciador de um melhor desempenho. Estes resultados reforçam os obtidos em outras formas de exercício como a corrida e o remo (Kilding *et al.*, 2006; Ingham *et al.*, 2007) e, especificamente na natação (Reis *et al.*, 2012a). Proporcionam suporte à noção de que a fase primária da cinética do  $\dot{V}O_2$  é um importante determinante do desempenho desportivo.

Barstow e Molé (1991) compararam a evolução no tempo da cinética do  $\dot{V}O_2$  da fase primária, e descobriram que a  $\tau_p$  não exibiu nenhuma diferença significativa com o aumento da intensidade de exercício. Constantes temporais mais curtas/rápidas têm sido relacionadas com o aumento do tempo até à exaustão e tolerância à fadiga (Bailey *et al.*, 2009) e, conseqüentemente, é espectável que reflitam um melhor desempenho em provas que duram entre os 3 e 5-min na natação (Reis *et al.*, 2010).

Ingham *et al.* (2007) transmitiram que a resposta mais rápida na constante temporal observada em remadores de elite quando comparada com remadores de nível de clube pode sugerir vantajosos ajustes de processos oxidativos na transição de repouso para o exercício. Koppo *et al.* (2004) também observaram uma  $\tau_p$  significativamente mais rápida em ciclistas bem treinados comparativamente com os elementos do grupo de controle não treinados.

Reis *et al.* (2012a) não encontraram nenhuma diferença significativa (15.8 vs. 15.8-seg) entre a  $\tau_p$  na intensidade do exercício pesado,  $[LV_1 + 0.25x (\dot{V}O_{2max} - LV_1)]$ , ou seja, 25%  $\Delta$ , e a  $\tau_p$  na intensidade do exercício severo (70%). Estes valores associados à  $\tau_p$  foram semelhantes aos descritos anteriormente por Hill *et al.* (2003) para a corrida.

No estudo de Özyener *et al.* (2001) os indivíduos realizaram exercício no cicloergómetro no domínio da intensidade moderada, pesada e severa e foi possível verificar uma  $\tau_p$  não variável (~ 32-34-seg) em toda a amplitude de intensidades de exercício estudadas. Pessôa Filho *et al.* (2012) também verificaram na natação que a primeira fase da resposta do  $\dot{V}O_2$  foi similar em VN abaixo e acima do  $LV_2$ .

Foi perceptível no nosso estudo que a  $\tau_p$  a 102.5% da vEEML se revelou significativamente correlacionada com a  $v\dot{V}O_{2max}$  ( $r = -0.62$ ,  $p < 0.03$ ) em sintonia com os resultados de Reis *et al.* (2012b), e verificou-se que a  $\tau_p$  não foi significativamente diferente abaixo e acima da vEEML.

Estes indicadores são importantes para a caracterização dos indivíduos no geral e dos atletas, sendo igualmente pertinentes no controlo de treino e possível despiste de patologias detectáveis durante o exercício.

Klentrou e Montepetit (1991) reportaram uma correlação significativa entre o desempenho nos 400 m e a  $\dot{V}O_{2\max}$  e Reis *et al.* (2012a) indicaram que a  $\dot{V}O_{2\max}$ , que é uma função tanto da economia do exercício como do  $\dot{V}O_{2\max}$ , parece ser preditora do  $T_{400}$ . Os nossos resultados confirmaram que a  $\dot{V}O_{2\max}$  parece ser boa preditora do  $T_{400}$  e  $T_{800}$ .

## Conclusões

A  $v_{EEML}$  representa o limite de estabilidade de variáveis fisiológicas e delimita a intensidade de exercício relativamente ao surgir de desequilíbrios e caminho para o acumular de fadiga e exaustão. A cinética do  $\dot{V}O_2$  é uma ferramenta útil relativamente à caracterização individual do sujeito e seu estado de treino, podendo ser aplicada na atividade física e/ou desporto igualmente para controlo do processo de treino.

A  $\tau_p$  não foi diferente abaixo e acima da  $v_{EEML}$  e a cinética do  $\dot{V}O_2$  da fase primária revelou-se associada com o desempenho, podendo igualmente constituir-se como uma ferramenta útil no despiste de patologias detectáveis durante o exercício quer em indivíduos regularmente treinados, quer em indivíduos que treinam de forma recreativa.

Existe uma relação entre a cinética do  $\dot{V}O_2$  e o desempenho desportivo, situação com *transfer* igualmente para a área da saúde. Estudos futuros deverão decorrer com apoio de outros instrumentos com o desígnio de obter dados específicos acerca dos fatores limitativos do desempenho a nível muscular.

## Referências bibliográficas

- Bailey, S.J., Wilkerson, D.P., DiMenna, F.J., Jones, A.M. (2009). Influence of repeated sprint training on pulmonary  $O_2$  uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. *J Appl Physiol*; 106: 1875-1887.
- Barstow, T.J., e Molé, P.A. (1991). Linear and nonlinear characteristics of oxygen uptake kinetics during heavy exercise. *J Appl Physiol*; 71(6): 2099-2106.
- Beneke, R. (2003). Methodological aspects of maximal lactate steady state—implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol*; 89: 95-99.
- Billat, V., Sirvent, P., Py, G., Koralsztejn, J.P., Mercier, J. (2003). The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med*; 33(6): 407-426.



- Borrani, F., Candau, R., Millet, G.Y., Perrey, S., Fuchslocher, J., Rouillon, J.D. (2001). Is the  $\dot{V}O_2$  slow component dependent on progressive recruitment of fast-twitch fibers in trained runners? *J Appl Physiol*; 90(6): 2212-2220.
- Borg, G.A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*; 14(5): 377-381.
- Hill, D.W., Halcomb, J.N., Stevens, E.C. (2003). Oxygen uptake kinetics during severe intensity running and cycling. *Eur J Appl Physiol*; 89: 612-618.
- Ingham, S.A, Carter, H., Whyte, G., Doust, J.H. (2007). Comparison of the Oxygen Uptake Kinetics of Club and Olympic Champion Rowers. *Med Sci Sports Exerc*; 39(5): 865-871.
- Jones, A.M. e Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med*; 29: 373-386.
- Jones, A.M. e Burnley, M. (2009). Oxygen uptake kinetics: an underappreciated determinant of exercise performance. *Int J Sports Physiol Perform*; 4(4): 524-532.
- Kilding, A.E., Winter, E.M., Fysh, M. (2006). Moderate-domain pulmonary oxygen uptake kinetics and endurance running performance. *J Sports Sci*; 24(9): 1013-1022.
- Klentrou, P.P. e Montpetit, R.R. (1991) Physiological and physical correlates of swimming performance. *J Swim Res*; 7(1): 13-18.
- Koppo, K., Bouckaert, J., Jones, A.M. (2004). Effects of training status and exercise intensity on phase II  $\dot{V}O_2$  kinetics. *Med Sci Sports Exerc*; 36(2): 225-232.
- Özyener, F., Rossiter, H.B., Ward, S.A., Whipp, B.J. (2001). Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *J Physiol*; 533(Pt 3): 891-902.
- Pessôa Filho, D.M., Alves, F.B., Reis, J.F., Greco, C.C., Denadai, B.S. (2012).  $\dot{V}O_2$  Kinetics During Heavy and Severe Exercise in Swimming. *Int J Sports Med*; 33(9):744-748.
- Poole, D.C. e Jones, A.M. (2005). Understanding the mechanistic bases of  $\dot{V}O_2$  kinetics. In: Jones, A.M. e Poole, D.C. (eds), *Oxygen uptake kinetics in sport, exercise and medicine*. (pp. 294-328), Oxon, England: Routledge.
- Pringle, J.S. e Jones, A.M. (2002). Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. *Eur J Appl Physiol*; 88: 214-226.
- Reis, J.F., Millet, G.P., Malatesta, D., Roels, B., Borrani, F., Vleck, V.E., Alves, F.B. (2010). Are oxygen uptake kinetics modified when using a respiratory snorkel? *Int J Sports Physiol Perform*; 5(3): 292-300.
- Reis, J.F., Alves, F.B., Bruno, P.M., Vleck, V., Millet, G.P. (2012a). Oxygen uptake kinetics and middle distance swimming performance. *J Sci Med Sport*; 15(1): 58-63.
- Reis, J.F., Alves, F.B., Bruno, P.M., Vleck, V., Millet, G.P. (2012b). Effects of aerobic fitness on oxygen uptake kinetics in heavy intensity swimming. *Eur J Appl Physiol*; 112(5): 1689-97.

Whipp, B.J., Davis, J.A., Wasserman, K. (1989). Ventilatory control of the 'isocapnic buffering' region in rapidly-incremental exercise. *Respir Physiol*; 76(3): 357-367.